

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-023230

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G11B 11/10

(21)Application number : 11-197587

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 12.07.1999

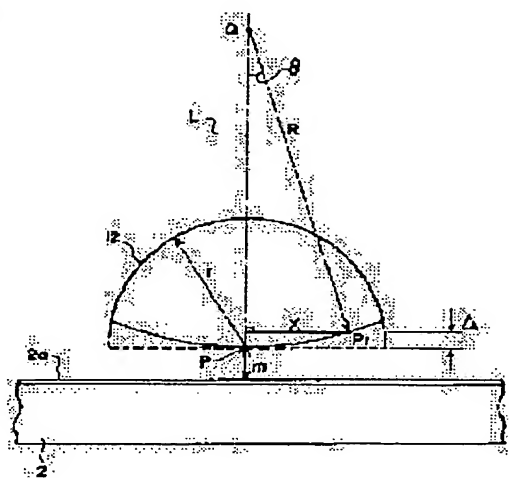
(72)Inventor : OSAWA HISAO

## (54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical head and an optical recording reproducing device in which the gap distance between a solid immersion lens which forms a condensed light spot and a recording medium can be properly maintained and the production cost can be reduced.

SOLUTION: A solid immersion lens 12 is disposed in the proximity of a recording film 2a of a magneto-optical disk 2, and an objective lens 13 to condense recording and reproducing light emitted by a light source onto the solid immersion lens 12 is disposed above the solid immersion lens 12 to constitute an optical head 10. The bottom of the solid immersion lens 12 is molded into a spherical form which is convex downward.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録再生光を射出する光源と、  
記録媒体の記録膜に近接する位置に配設された固体浸  
レンズと、  
前記固体浸レンズの上側に配設されて前記光源からの記  
録再生光を前記固体浸レンズに集光させる対物レンズと  
を有し、  
前記固体浸レンズの底面が、下方に凸の球面形状である  
ことを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド。

【請求項2】 記録媒体を保持して平面運動させる媒体  
駆動機構と、請求項1に記載の光ヘッドと、この光ヘッ  
ドを保持するヘッドアームと、前記光ヘッドを前記記録  
媒体の平面運動方向と交差する方向に移動させるように  
前記ヘッドアームを駆動するアーム駆動機構とを有して  
なることを特徴とする光記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光によって記録媒  
体に情報を記録再生する光記録再生装置及びこの光記録  
再生装置に用いられる光ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光を用いて記録媒体に情報を記録  
再生する装置には、記録媒体に設けられた記録膜の光磁  
気変化や結晶相変化を利用するもの等がある。ここで、  
記録膜の光磁気変化を利用するものでは、レーザー光照  
射によりキュリー点以上に昇温させた記録膜の部分に外  
部から磁界を印加してその部分の磁化を反転させること  
により記録を行い、磁化カー効果による反射光の偏光角  
の回転を検出して再生を行う。一方、記録媒体の結晶相  
変化を利用するものでは、レーザーの熱で記録膜を結晶  
状態から非結晶状態へ、またその逆へと相変化を生じさ  
せて記録を行い、結晶部と非結晶部の反射率が異なるこ  
とを利用して再生を行う。

【0003】このような光記録再生装置において、記録  
密度を高めて記録媒体の記録容量を大きくするために  
は、記録膜上に形成されるレーザーの集光スポット径を  
小さくする必要がある。ここで、集光スポット径は  $K \cdot \lambda / NA$  ( $\lambda$ : 光波長、 $NA$ : 対物レンズの開口数、 $K$ : 定数) で求められることが知られており、集光ス  
ポット径を小さくするには光波長  $\lambda$  を小さくするか、若し  
くは対物レンズの  $NA$  を大きくすればよいことになる。  
ここで光波長  $\lambda$  は、小型の半導体レーザーで  $400 \text{ nm}$   
程度のものも実用化されつつあるが、寿命が短いことや  
生産性の点で難点があり、現状ではまだ装置に組み込め  
るほどのレベルには達していない。

【0004】一方、対物レンズの集光部に固体浸レンズ  
( $SIL$ : Solid Immersion Lens) を設けて合成  $NA$  を  
大きくしたものもある。これによれば対物レンズのみで  
 $0.45 \sim 0.60$  程度である  $NA$  を  $1.2 \sim 1.6$  程  
度にまで大きくすることが可能である。図6(a)には

半球型の固体浸レンズを用いた光ヘッドの構成例を示し  
ており、記録媒体102の記録膜102aに近接して設  
けられたスライダ111(スライダ111の駆動機構の  
図示は省略する)の空隙111aに対物レンズ113及  
び固体浸レンズ112が設けられている。光源から射出  
された光は対物レンズ113において集光され、固体浸  
レンズ112の底面に集光スポットが形成される。この  
ように半球型の固体浸レンズ112の場合、合成  $NA$  は  
(対物レンズの  $NA$ )  $\times$  (固体浸レンズ材料の屈折率  
 $n$ ) となる。このため、例えば  $NA = 0.6$  及び  $n =$   
 $2.0$  であれば合成  $NA$  は  $1.2$  となり、集光ス  
ポット径は定数  $K$  を  $0.6$  として、光波長  $630 \text{ nm}$  に対して  
約  $320 \text{ nm}$ 、光波長  $400 \text{ nm}$  に対して約  $200 \text{ nm}$   
とすることができる。

【0005】図6(b)は超半球型の固体浸レンズ21  
2を用いた場合の例であり、このとき合成  $NA$  は(対物  
レンズの  $NA$ )  $\times$  (固体浸レンズ材料の屈折率  $n$ )<sup>2</sup> と  
なる。このため例えば  $NA = 0.6$  及び  $n = 2.0$  であ  
れば合成  $NA$  は  $2.4$  となり、集光ス  
ポット径は定数  $K$  を  $0.6$  として、光波長  $630 \text{ nm}$  に対して約  $160 \text{ nm}$   
、光波長  $400 \text{ nm}$  に対して約  $100 \text{ nm}$  とするこ  
とができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、合成  $NA$   
を大きくすることにより集光スポット径を小さくして記  
録密度を高くすることは可能であるが、上記装置のよう  
に合成  $NA$  が1を超える場合には、固体浸レンズの底面  
に集光した光の一部又はほとんどが固体浸レンズの底面  
内側で全反射を起こし、固体浸レンズの底面下方ではエ  
ネルギーが微弱ないわゆるエバネッセント波となる。こ  
のため固体浸レンズと記録媒体表面との離間距離をあ  
まり大きくすることはできず、一般には光波長よりも短  
くなるように設定される。この離間距離は、上記のよう  
に光波長が  $630 \text{ nm}$ 、 $400 \text{ nm}$  である場合には  $50 \text{ nm}$   
以下となる。

【0007】しかしながら、直径約  $1 \text{ mm}$  の大きさの固  
体浸レンズを  $50 \text{ nm}$  以下という微小間隔で記録媒体に  
近接させ、且つ記録再生の動作中にもこれを保持させる  
には高い精度で工作・組立が行われる必要がある。この  
ため固体浸レンズと記録媒体との平行度は、レンズ中央  
部と記録媒体表面との距離が  $50 \text{ nm}$  程度まで接近した  
ときでもレンズの端部が記録媒体に接触しない程度に保  
たれる必要があることから、両部材(固体浸レンズ及び  
記録媒体)に許容される相対傾き角  $\theta$  は近似的に(固体  
浸レンズの中央と記録媒体との離間距離) / (固体浸レ  
ンズの半径)  $\text{rad}$  以下となる。これは、例えば固体浸  
レンズの直径が  $1 \text{ mm}$  である場合には、 $50 \text{ nm} / 0.5 \text{ mm} = 0.1 \text{ mrad}$  以下となる。このように固体浸  
レンズを用いた光記録再生装置の光ヘッドには非常に高  
い工作・組立精度が要求され、コストアップの原因とな

っていた。

【0008】本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、集光スポットを形成する固体浸レンズと記録媒体との離間距離を適正に保ちつつ、製作コストを低減することが可能な光ヘッド及び光記録再生装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、本発明に係る光ヘッドは、記録再生光を射出する光源（例えば、実施形態における光照射装置 5）と、記録媒体（例えば、実施形態における光磁気ディスク 2）の記録膜に近接する位置に配設された固体浸レンズと、固体浸レンズの上側に配設されて光源からの記録再生光を固体浸レンズに集光させる対物レンズとを有しており、固体浸レンズの底面が、下方に凸の球面形状に形成されている。

【0010】集光スポットを形成する固体浸レンズは記録媒体表面に対して平行に、且つ極近接するようにして設けられるが、本発明においては固体浸レンズの底面が記録再生光の光軸付近（固体浸レンズの中心部）ほど下方に突出した形状になっているので、両部材（固体浸レンズ及び記録媒体）が非平行状態になった場合であってもレンズの周辺部が記録媒体表面に極端に近接するようなことはなく、固体浸レンズの底面が平面である従来の場合よりも両部材は干渉しにくくなる。このため、固体浸レンズと記録媒体との離間距離を適正に保ちつつ両部材の非平行度を許容できる範囲を大きくすることができ、工作・組立精度の面から製作コストを低減することが可能となる。

【0011】また、本発明に係る光記録再生装置は、記録媒体を保持して平面運動させる媒体駆動機構（例えば、実施形態におけるスピンドルモータ 1）と、上記光ヘッドと、この光ヘッドを保持するヘッドアームと、光ヘッドを記録媒体の平面運動方向と交差する方向に移動させるようにヘッドアームを駆動するアーム駆動機構（例えば、実施形態におけるボイスコイルモータ 3）とを有して構成されるが、上記の光ヘッドを用いることにより製作コストを低減することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好ましい実施形態について説明する。本発明に係る光ヘッドを備えた光記録再生装置を図 1 及び図 2 に示しており、この光記録再生装置は、スピンドルモータ 1 により回転駆動される光磁気ディスク 2 の記録膜 2 a の上に近接して位置する光ヘッド 10 と、この光ヘッド 10 を保持するヘッドアーム 4 と、このヘッドアーム 4 を回動させるためのボイスコイルモータ 3 と、記録再生レーザー光を照射する光照射装置 5 とを有して構成される。

【0013】光ヘッド 10 はスライダ 11 を備えており、スライダ 11 は回転する光磁気ディスク 2 上面の記

録膜 2 a の上に位置し、空気ベアリング効果により記録膜 2 a から一定微小距離だけ浮上した状態となる（すなわち、フライングヘッドを構成する）。ヘッドアーム 4 は、ボイスコイルモータ 3 に繋がれて回転駆動される回転軸 4 a と、この回転軸 4 a の上端から水平に延びたアーム部 4 b と、アーム部 4 b の先端において光ヘッド 10 の上下の移動を許容するようにして支持するサスペンション部 4 c とから構成される。ボイスコイルモータ 3 により回転軸 4 a が回転駆動されるとアーム部 4 b が水平に揺動移動され、光ヘッド 10 が光磁気ディスク 2 の回転方向に対してほぼ直角方向（図 2 における矢印 A 方向）に移動させて光ヘッド 10 が光磁気ディスク 2 の記録膜 2 a 上で走査される。すなわち、ボイスコイルモータ 3 によりトラッキング制御が行われる。

【0014】光ヘッド 10 のスライダ 11 内には、上方に広がる円形テーパー状の空隙 11 a が形成されており、この空隙 11 a の下部にはガラス材料で作成された固体浸レンズ 12 が配設され、空隙 11 a の上部には同じくガラス材料で製作された対物レンズ 13 が配設されている。スライダ 11 の上方にはスペーサ 14 を介してマイクロプリズム 15 が配設され、その反射面 15 a には高反射膜 16 が設けられている。このマイクロプリズム 15 が微動アクチュエータ 20 を介してヘッドアーム 4 のサスペンション部 4 c に繋がれている。なお、上記空隙 11 a を透明若しくは光透過性を有する材料で充填させてもよい。

【0015】図 3 に示すように、固体浸レンズ 12 は上方に凸の半径  $r$  の半球型部材の底面を下方に凸の球面状に整形して得られる形状に形成されている。ここで底面の球面形状は、上記半球型部材の中心 P（この点 P は結果的に固体浸レンズ 12 の最下点となる）を通る垂線 L（これは半球型部材の光軸に一致する）の上方に設定した点 Q を中心とし、且つ線分 P Q（ $=R$  とする。 $R > r$ ）を半径とする球面の一部として与えられる。なお、この固体浸レンズ 12 はモールドにより製作される。

【0016】図 4 には微動アクチュエータ 20 を拡大して示している。この微動アクチュエータ 20 は平行平板型であり、具体的にはサスペンション部 4 c と接合される第 1 基板 21 に設けられた固定ブロック 23 及び可動ブロック 24 とを有して構成され、両ブロック 23、24 は互いに平行に延びて対向する多数の平行平板を有している。これら平行平板間に電圧を印加することにより静電力を働かせ、固定ブロック 23 に対して可動ブロック 24 を平行平板と直角な方向（矢印 B 方向）に微動させて、細かな且つ高精度な移動制御ができるようになっている。

【0017】可動ブロック 24 は更に、平板部 22 を介してマイクロプリズム 15 と接合されており、このため平行平板間に電圧を印加して可動ブロック 24 を微動させれば、サスペンション部 4 c に対して光ヘッド 10 を

矢印B方向に微動させることができる。なお、この矢印B方向は、ボイスコイルモータ3による光ヘッド10の走査のための移動方向Aと同一の方向である。

【0018】ヘッドアーム4の回転軸4aには光照射装置5に斜めに対向して反射ミラー6が配設されており、光照射装置5から照射される記録再生レーザー光は、図1及び図2に鎖線R1、R2で示すように反射ミラー6により反射されてマイクロプリズム15に導かれる。このようにしてマイクロプリズム15に導かれた記録再生レーザー光はマイクロプリズム15の反射面15aの高

反射膜16により反射された後、対物レンズ13により回折限界まで絞り込まれるように集光されて固体浸レンズ12に入射される。

【0019】以上のような構成の光記録再生装置の作動を説明する。まず、光磁気ディスク2をスピンドルモータ1により所定の速度で回転させる。このとき、ヘッドアーム4のサスペンション部4cに支持されて光磁気ディスク2上面の記録膜2a上に配置された光ヘッド10は、空気ベアリング効果によりスライダ11が記録膜2aから微小距離だけ浮上した状態となる。この状態で光照射装置5から記録再生レーザー光を照射すると、この光は鎖線R1、R2で示すように反射ミラー6により反

射されてマイクロプリズム15に入射する。そして、マイクロプリズム15の反射面15aで反射された後、対物レンズ13により集光されて固体浸レンズ12に入射して集束する。これにより固体浸レンズ12の底面に集光スポットが形成される(図3参照)。

【0020】ここで、光磁気ディスク2は定速回転で駆動されているためスライダ11の浮上量は常に一定であり、このため光磁気ディスク2の記録膜2aと固体浸

レンズ12の底面との距離は常に適正な値に保たれる。このため、集光スポットは常に光磁気ディスク2の記録膜2a上に位置させることが可能であり、従来のようにフォーカシング機構を設ける必要はない。

【0021】記録膜2aのうち集光スポットが当たっている部分の温度は局部的に高くなるが、これがキュリー点以上の温度に高められた状態で外部から磁界を印加するとその部分の磁化が反転し、情報が記録(若しくは消去)される。磁界の印加は固体浸レンズ12の近傍に設けられた電磁コイル(図示せず)に通電することにより

行われるが、通電電流の向きを変えることにより印加する磁界の方向を切り換えることが可能である。なお、印加する(電磁コイルにより発生する)磁界の方向は記録膜2aに対して垂直な方向である。一方、情報の再生には磁気カー効果を検出する装置が用いられ、上記光記録再生装置にもそのような装置が設けられているが、これらについては周知であるので図示及びその説明は省略する。

【0022】このような情報の記録再生は、光磁気ディスク2の回転に対応して光ヘッド10を光磁気ディスク

2の半径方向に移動させて(走査して)行われ、この光ヘッド10の走査すなわちトラッキングは、ヘッドアーム4の根本に配置されたボイスコイルモータ3によりヘッドアーム4を回転させて行われる。但し、ここではボイスコイルモータ3は粗動サーボとして用いられ、ヘッドアーム4の比較的低速成分の制御を司る。すなわち、ボイスコイルモータ3によるトラッキングの制御精度には限界があり細かなトラッキング制御は難しいためこれを粗動サーボ制御に用い、粗動サーボ制御では追いきれない微小で高速な成分の制御は、微動アクチュエータ20により微動サーボをかけることで行う。

【0023】ここで、固体浸レンズ12の底面は前述したように下方に凸の球面形状に形成されているため、固体浸レンズ12と光磁気ディスク2との平行度のずれが生じた場合であっても固体浸レンズ12の周辺部がディスク2に極端に近接するようなことがない。以下、このことを図5を用いて説明する。

【0024】図5(図3と共通する記号はそのまま用いている)に示すように、固体浸レンズ12の最下点Pから水平にXだけずれた位置にある底面上の点をP1とすると、点Qと点P1とを結ぶ線分と垂線Lとのなす角度 $\theta$ は $\theta = \sin^{-1}(X/R)$ となる。ここで、点Pと点P1の光磁気ディスク2表面からの距離の差 $\Delta$ は、図から明らかなように $\Delta = R(1 - \cos \theta)$ となる。これは角度 $\theta$ が非常に小さいときには近似的に $\Delta \approx R\theta^2/2$ で表すことができる。このため、固体浸レンズ12と光磁気ディスク2表面とが所定の離間距離mを保つという条件から許容される固体浸レンズ12に対する光磁気ディスク2の傾き角度 $\theta_1$ は $\theta_1 \approx \theta$ として、 $m > \Delta$ より求められる。ここで、例えば固体浸レンズ12の直径が1.0mm(半径 $r = 0.5$ mm)であり、底面形状の曲率半径Rが5.0mmであれば、所定の離間距離mが50nmであるときには $\theta_1 < 4.5$ mradとなる。これは、前述した固体浸レンズの底面が平面である場合の0.1mradに対して45倍もの余裕があることを意味している。

【0025】ここで、固体浸レンズ12の底面が球面形状であることから、固体浸レンズ12と光磁気ディスク2表面とが完全な平行を保っている場合であっても、上記点P1においては $R(1 - \cos \theta) = R(1 - \cos(\sin^{-1}(X/R))) \approx X^2/2R$ だけディスク2表面から離れてしまうが、一般に数 $\mu$ m程度の視野(集光スポット径)を考えた場合にはこの影響は非常に小さい。例えば、上記の例において視野を $\phi 20 \mu$ m( $X = 10 \mu$ m)にとった場合でも10nm程度であり、特に問題とはならない。更に、底面が球面に加工された場合は、加工の際に誤差が生じたとしても、両球面の中心を結ぶ線を新たな光軸とすることで、全く加工誤差が無かったものと同様になる。

【0026】このように本発明においては、固体浸レン

ズ 12 の底面が下方に凸の球面形状になっているので、固体浸レンズ 12 と光磁気ディスク 2 とが非平行状態になった場合であってもレンズ 12 の周辺部がディスク 2 表面に極端に近接するようなことはなく、固体浸レンズ 12 の底面が平面である従来の場合よりも両部材 12、2 は干渉しにくくなる。このため、固体浸レンズ 12 と光磁気ディスク 2 との離間距離を適正に保ちつつ両部材 12、2 の非平行度を許容できる範囲を大きくすることができるので、工作・組立精度の面から製作コストを低減することが可能となる。またこのため、本発明に係る光ヘッド 10 を備える光記録再生装置は安価に製作することができる。

【0027】これまで本発明に係る光ヘッド及び光記録再生装置について説明してきたが、本発明の範囲は上記実施形態に示したものに限られない。例えば、固体浸レンズ 12 の形状は半球型に限られず超半球型等であってもよい。また、本発明に係る光ヘッドは上記構成の光記録再生装置に限られず、他の構成の光記録再生装置にも搭載可能である。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光ヘッドにおいては、固体浸レンズの底面が記録再生光の光軸付近（固体浸レンズの中心部）ほど下方に突出した形状になっているので、固体浸レンズと記録媒体とが非平行状態になった場合であってもレンズの周辺部が記録媒体表面に極端に近接するようなことはなく、固体浸レンズの底面が平面である従来の場合よりも両部材は干渉しにくくなる。このため、固体浸レンズと記録媒体との離間距離を適正に保ちつつ両部材の非平行度を許容できる範囲を大きくすることができるので、工作・組立精度の面から製作コストを低減することが可能となる。

【0029】また、本発明に係る光記録再生装置は、記

録媒体を保持して平面運動させる媒体駆動機構と、上記光ヘッドと、この光ヘッドを保持するヘッドアームと、光ヘッドを記録媒体の平面運動方向と交差する方向に移動させるようにヘッドアームを駆動するアーム駆動機構とを有して構成されるが、上記の光ヘッドを用いることにより安価に製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る光ヘッドを備えた光記録再生装置の構成を示す正面概略図である。

【図 2】上記光記録再生装置の構成を示す平面概略図である。

【図 3】固体浸レンズの形状を説明する拡大側面図である。

【図 4】上記光記録再生装置を構成する微動アクチュエータを示す斜視図である。

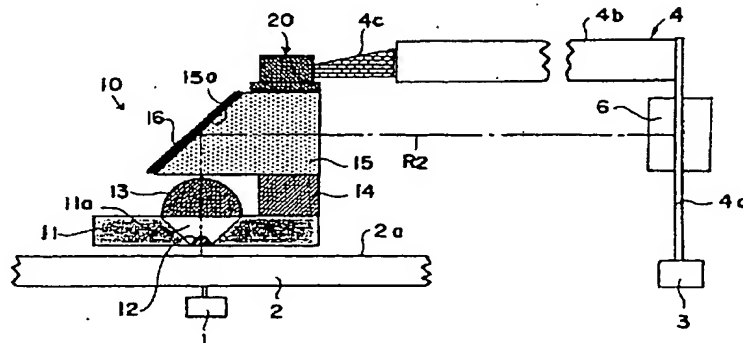
【図 5】本発明の効果を説明するための固体浸レンズ近傍を示す側面図である。

【図 6】従来の光記録再生装置に用いられる光ヘッドの構成の一部を示す側面概略図であり、(a) は半球型の固体浸レンズを用いた場合、(b) は超半球型の固体浸レンズを用いた場合の例である。

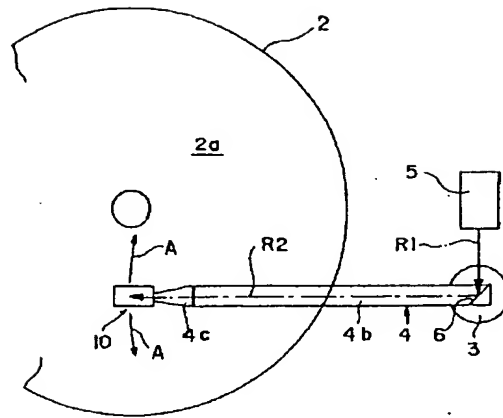
【符号の説明】

- 1 スピンドルモータ（媒体駆動機構）
- 2 光磁気ディスク（記録媒体）
- 2 a 記録膜
- 3 ボイスコイルモータ（アーム駆動機構）
- 4 ヘッドアーム
- 5 光照射装置（光源）
- 10 光ヘッド
- 11 スライダ
- 12 固体浸レンズ
- 13 対物レンズ

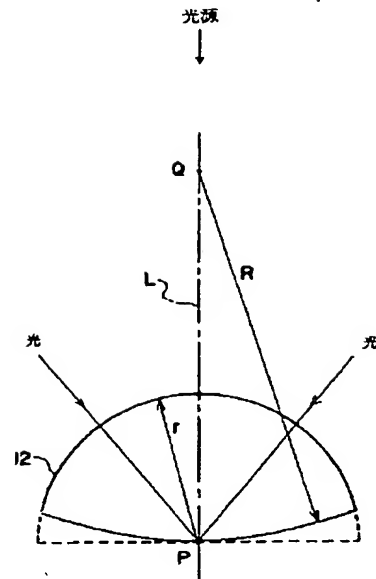
【図 1】



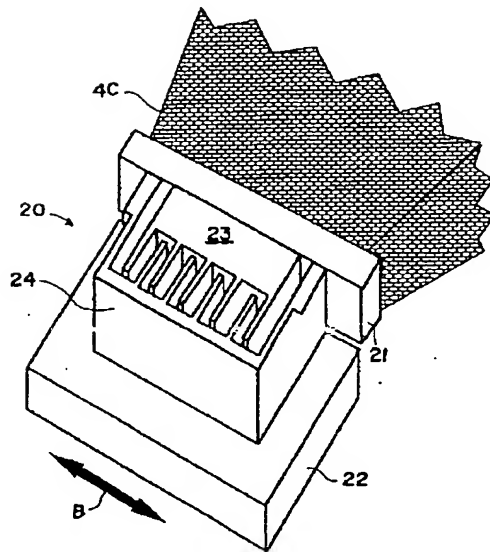
【図2】



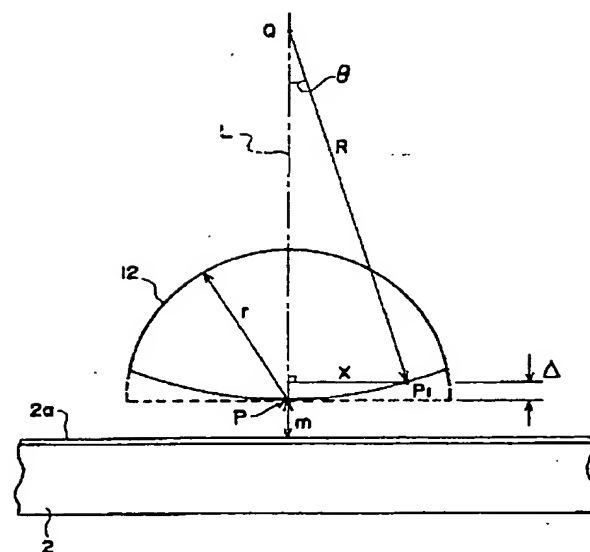
【図3】



【図4】

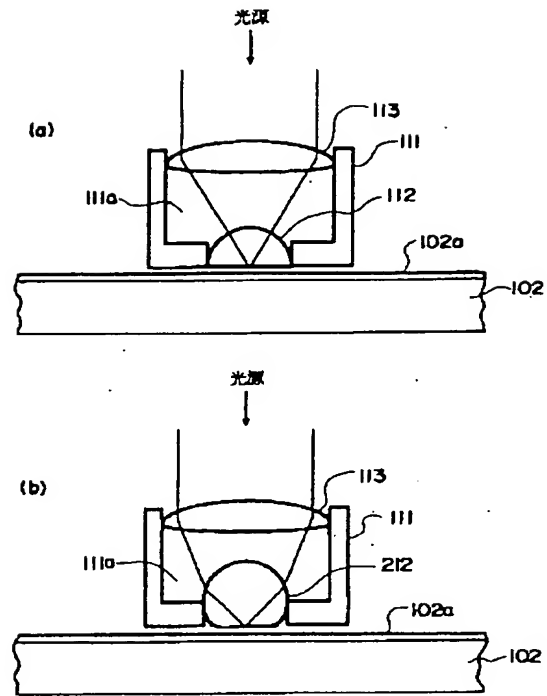


【図5】





【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**